

## **Bírálat**

**Koczkáné Csiszár Emília:**

**„Textil biotechnológia:**

**Enzimek hatása a cellulóz alapú szálanyagok tulajdonságaira”**

**című MTA doktori értekezéséről**

Köszönettel tartozom a dolgozat szerzőjének, hogy bírálhattam értekezését. Ezáltal ugyanis az enzimek számos új, érdekes, gazdasági szempontból is fontos alkalmazásával ismerkedhettem meg. Nem beszélve arról, hogy el kellett mélyednem a klasszikus textiltechnológiába is, hogy a különbségeket helyesen értelmezzem. Eközben olyan, a hétköznapi életben használt szakkifejezések, mint például: esés, fogásjavítás, hajlítási hossz, színegyenletesség kerültek számomra pontosabb, szakszerű megvilágításba. A Jelölt a területen komoly tapasztalatokkal rendelkezik: kollégáival együtt az 1990-es évek közepén elsőként kezdték vizsgálni a pamut és len enzimes előkészítését, ami egy új szemlélet meghonosítását eredményezte, mert az enzimek enyhe reakciókörülmények hatnak. Munkájuk annyira sikeres volt, hogy a 2000-es évek elejére az alapkutatástól eljutottak az ipari megvalósításig a bioelőkészítés területén. A textil biotechnológia az enzimek alkalmazásának egy új, számtalan lehetőséget kínáló területe. A jövőt illetően számomra különösen érdekesnek tűnik az enzimek bevonása az orvosi textíliák előállításába, mert ott a szálak funkcionálizálása mellett a textíliát terápiás és bioanalitikai hordozóként is ki lehet alakítani.

A 136 oldal terjedelmű dolgozat klasszikus felépítésű: A bevezetést az irodalmi áttekintés követi, majd a kutatómunka céljának megfogalmazása és az anyagok és módszerek ismertetése következik. Az „Eredmények, értékelés, következtetések” fejezetben az egyes tézispontok szerint haladva ismerteti a szerző munkájának eredményeit, s a végén kitér a kutatási eredmények gyakorlati alkalmazására is. A munka a hagyományos módon zárul, s ez tartalmazza a tudományos téziseket is. Igen nagy hasznát vettem a dolgozat elején található Jelölésjegyzéknek, mint ahogy a Függelékben található anyagok sem azért kerültek be, hogy növeljék az oldalszámot.

A dolgozatról az első átlapozáskor az a benyomás alakul ki, hogy egy rendkívül átgondoltan szerkesztett munka: az áttanulmányozásakor ez az érzés csak erősödik. Logikus felépítés, gondos szerkesztés, szép kivitelű ábrák, egyértelmű táblázatok, szabatos fogalmazás, következetes szakmai nyelv jellemzi az egész művet. A helyesírásra különösen érzékeny bírálóként már-már flusztrációt éreztem, amikor még a 30. oldalon sem találtam egy gépelési hibát sem. A 32. oldal 22. ábrájánál akadtam az első hibára: „fluorszccens” fluoreszcens helyett. Hasonlóan „komoly” hibára azután az 1. tézispont utolsó mondatáig kellett várni.

A dolgozat anyagát 24 közlemény adja, ezek a 2001-2017-es időszakot ölelik fel, ezt természetesen kiegészítik magyar és angol nyelven, rangos konferenciákon elhangzott előadások. A közlemények egy része a textilkémia legjelentősebb folyóirataiban került közlésre, ami annak ellenére dicsérendő, hogy ezeknek a lapoknak az impakt faktora nagyon alacsony. Természetesen enzimes és a témához kapcsolódó más területek magasabb impakt faktorú lapjaiban is jelentek meg közlemények. Kiemelem a két 2017-es *Carbohydrate Polymers*-ben megjelent, 5,158-as impakt faktorú közleményt.

Az irodalmi áttekintés 38 oldalon foglalja össze a témákhoz kapcsolódó megelőző ismereteket. A kutatott terület iránt jelentős nemzetközi érdeklődés tapasztalható, ami egyrészt bizonyítja a témaválasztás aktualitását, másrészt nyilvánvalóan megnehezíti a létező irodalom teljes áttekintését. Így a 251 referencián alapuló tömör, de lényegre törő összefoglalás külön dicsérendő. Ezt követően fogalmazza meg a Jelölt a kutatómunka céljait: az enzimes bioelőkészítés, biofehérítés és biokikészítés továbbfejlesztését. S mivel az enzimes folyamatok általában lassúak, nehezen illeszthetők a folyamatos működésű technológiai sorba, ultrahang és atmoszférikus hidegplazma alkalmazásával hatékonyságnövelést kíván elérni. Az „Anyagok és vizsgálati módszerek” fejezet kellő alapossggal ismerteti az alkalmazott módszereket, mind a klasszikus textilvizsgálatokat, mind a modern anyagtudományi módszereket.

Ezután következik a dolgozat legfontosabb része, az elért eredmények ismertetése, diszkussziója és a következtetések levonása. A bíráló munkáját a Jelölt nagyban megkönnyíti azzal, hogy a tézispontoknak megfelelően csoportosítja az eredményeket, megadva azokat a publikációkat, ahol az elért eredmények közlésre kerültek. Közülük számomra a xilanáz enzimek hatékonyságának felismerése, a szilárd fázisú fermentációval előállított enzim-

komplexek hatékonyságának kimutatása és a kisméretű ultrahang kezelés hatására bekövetkező változások vizsgálata során elért eredmények tűnnek a legértékesebbnek. Bár túlmutatnak a dolgozat eredeti témáján, nagyon lényegesnek tartom a T13-T14 tézispontokban megfogalmazott, a kisméretű ultrahangos kezelésnek a szilárd fázisú fermentációval előállított enzimek kinyerésében és a nanokristályos cellulóz előállításában elért eredményeket. Fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy eredményeik nagy részét nem textil-kémiai célokra szánt ipari enzim-komplexek alkalmazásával érte el, növelve azok alkalmazási területét.

Bár tézispont nem került megfogalmazásra a kutatási eredmények gyakorlati alkalmazásával kapcsolatban, az itt elért eredmények teszik számomra a Jelöltet igazi kutatóvá.

Megjegyzéseim:

1. Valamilyen formában meg kellett volna különböztetni az egész dolgozatban a saját és az irodalmi munkákat. Az 5. fejezettől, a téziseket alátámasztó munkák ismertetésekor az alfejezetek címében (de csak ott) és a tézispontokban is kiemelten jelöli a saját munkáit, addig viszont sokszor hátra kellett lapozni az Irodalomjegyzékhez, ha meg akartam tudni a hivatkozás eredetét.
2. Az Irodalomjegyzék nem egységes. Általában a folyóiratok rövidített címét adja meg, de a 222-es publikációtól a teljes név szerepel. A publikációk címeit nem adja meg, kivétel azonban itt is akad (pl. 218, 221).
3. A 39. ábra kikészítési technológiára vonatkozó rövidítéseit nem sikerült összhangba hoznom a 16. táblázatban szereplő részfolyamatokkal.
4. Elsősorban az ábránál fordul elő, hogy „perc”-et ír az idő SI mértékegysége, a „min” helyett.

Kérdéseim:

1. Nem értem a 18. ábra görbéinek lefutását. Amikor próbáltam az eredeti cikkben utána nézni, kiderült, hogy az Irodalomjegyzékkel ellentétben a cikknek 3 szerzője van (Artur Cavaco-Paulo, Luis Almeida, David Bishop: Effects of Agitation and Endoglucanase Pretreatment on the Hydrolysis of Cotton Fabrics by a Total Cellulase (1996) Text. Res. J. 66(5) 287-294). Az világos, hogy a 18. ábra szerkesztett, de az eredeti cikk melyik ábrája alapján készült?

2. A 2.4.3 fejezetben a kisfrekvenciás ultrahang hatását vizsgálja az enzimaktivásra, cirkulár dikroizmus (CD) spektrumok segítségével. A 4. táblázat a 147-es, rangos folyóiratban megjelent közlemény (J. Mol. Catal. B: Enzym.) ugyancsak 4. táblázatának felel meg. Nem ismerem a CD mérések pontosságát, de az  $\alpha$ -hélix,  $\beta$ -redő,  $\beta$ -turn és random coil százalékos összetételét valószínűleg nem tudja 0,01% pontossággal mérni. Ha pedig összesítjük a négy értéket, 98,15% százalékot kapunk. A különbség itt talán még magyarázható lenne egy „Egyéb”-bel, de az ultrahanggal kezelt minta esetén kapott 102,52%-os összeg semmivel sem magyarázható. Ezek természetesen nem a Jelölt hibái, csak arra mutatnak rá, hogy az irodalmi adatokat kellő kritikával kell kezelni, mert a mért változás több esetben kisebb, mint a mérési hiba. Ugyanakkor nem értem, hogy a szerző az eredeti ábra utolsó oszlopát miért nem vette át? Az ugyanis egyértelműen igazolja, hogy az adott enzim aktivitása 205,07 U/ml-ről 252,87 U/ml-re nőtt az ultrahangos kezelés hatására.
3. Ugyanitt a 146-os publikáció kapcsán enzimaktivitás csökkenésről ír. Az eredeti közlemény 1. táblázatában megadott (többször hibásan idézett) adatok közül miért a szélsőséges 29 kHz, 50 W, 30 min paraméterek mellett végzett kísérletek eredményeit idézi, ahol tényleg csökken az enzimaktivitás, és miért nem a másik 3 adatsor valamelyikét, ahol növekszik?
4. Az „Anyagok és módszerek” fejezet 4.1 pontja rendkívül szűkszavú. Honnan származnak a szálanyagok és szövetek, milyen méretűek, milyen az ilyen anyagokkal végzett mérések reprodukálhatósága?
5. Feltételezésem szerint az 50. oldalon található 24. ábra és 7. táblázat eredményei ugyanazon enzimes kezelésre vonatkoznak. Miért szerepel az egyikben 1 ill. 2 ml/l enzim koncentráció, a másikon pedig 1 illetve 2 g/l?
6. Az 56. b és 57. b ábrákon a LiP aktivitás változását tanulmányozza az idő függvényében különböző amplitúdójú ultrahangos kezelések mellett két különböző szilárd fázisú fermentumból. Az egyik esetben a 80, a másiknál 60% amplitúdónál kapta a maximális LiP aktivitást. Eldönthető-e két mérés alapján az optimális érték? A kezelés időtartamát hogyan vette figyelembe?
7. Igen nagyra értékelem a tézisekhez kapcsolódó műszaki alkotásokat. Nem lehetett volna ezeket (akár egy közlemény későbbi beküldése árán is) szabadalmaztatni?

A szerző az eredményeit 14 tézispontban foglalta össze, mindegyikhez rendelve legalább egy, rangos nemzetközi folyóiratban megjelent publikációt. A tézispontok eredményeit a dolgozatban részletesen tárgyalta, illetve a megjelölt új eredmények a hivatkozott folyóiratokban megtalálhatók. Ezek alapján valamennyi tézispontot elfogadom, azokat a Szerző új tudományos eredményeinek ismerem el.

Meg kell jegyeznem ugyanakkor, hogy nem tartom szerencsésnek a tézispontok megfogalmazását: véleményem szerint egy műszaki jellegű értekezésben a tézispontokban is konkrét számoknak, értékeknek kellene szerepelni. A „hatékonyabb”, „jelentős”, „kismértékben”, „kisebb mértékben”, „többszöröse”, „további fokozása” általános kifejezések helyett a kiindulási és a kezelés hatására elért jelentősebb értékek bemutatása, százalékos összehasonlítása meggyőzőbbé tette volna a tézispontokat és a dolgozat eredményeit is.

Összefoglalva megállapítom, hogy Koczkáné Csiszár Emília doktori munkájának tudományos színvonala, az elért eredmények újdonsága és a szakterület fejlődésére gyakorolt hatása a szakmai követelményeknek messzemenően megfelel. Megfogalmazott kifogásaim inkább formai, mint szakmai jellegűek. A tézispontokat a Szerző önálló, saját, új tudományos eredményeinek ismerem el, melyek magas szintű tudományos tevékenységet tükröznek. Javaslom az értekezés nyilvános vitára való bocsátását, továbbá a mű elfogadását, és eredményes védelem esetén az MTA doktora cím odaítélését.

Veszprém, 2020. április 14.



Dr. Gubicza László

egyetemi tanár

az MTA doktora (kémia tudomány)